

CONTROL QUIMICO DE GRAMON (*Cynodon dactylon*) CON HERBICIDAS POSTEMERGENTES Y FACTORES CONDICIONANTES

F. BEDMAR¹

RESUMEN

Existen diferentes herbicidas postemergentes para el control de gramón, cuya efectividad está regida por una serie de factores que pueden provocar una sensible disminución de su acción. Es por tanto objetivo de este trabajo establecer y discutir los factores que pueden interferir la acción de los herbicidas aplicados para control de gramón, con énfasis en los herbicidas graminicidas y Glifosato. Se pretende realizar un aporte al conocimiento de los mismos que permita disminuir el grado de incertidumbre en el uso de los herbicidas, contribuyendo de esta manera a un manejo más racional de ésta maleza. Se determinó que los principales factores condicionantes de la acción de los herbicidas, pueden ser debidos al clima y suelo, al herbicida y aplicación, al sistema de producción o cultivo, y/o al gramón. En general puede establecerse que estos factores afectan la absorción, translocación y distribución de los herbicidas en el gramón. Todos de una u otra manera pueden jugar un papel muy importante y en la gran mayoría de los casos interactúan entre si. Se discuten el efecto y las implicancias de cada factor sobre el control de gramón.

Palabras clave. *Cynodon dactylon*, gramón, control químico, herbicidas post-emergentes, graminicidas, Glifosato, factores condicionantes

CHEMICAL CONTROL OF BERMUDAGRASS (*CYNODON DACTYLON*) WITH POSTEMERGENCE HERBICIDES AND CONDITIONING FACTORS

SUMMARY

Several postemergence herbicides may be used to control bermudagrass but their effectiveness is regulated by different factors. The objective of this paper is to analyze and discuss the factors that can affect the effectiveness of herbicides sprayed to control bermudagrass, with especial attention to graminicides and Glyphosate. The aim is to contribute to reduce the uncertainty on the control with herbicides. The main factors conditioning the herbicide action are climate and soil, herbicide and spraying, system of production and crop, and/or bermudagrass itself. The reviewed factors affect absorption, translocation and distribution of herbicides within the weed. All factors may play an important role and can interact among them. Effects and consequences of each factor on bermudagrass control are discussed.

Key words. *Cynodon dactylon*, bermudagrass, chemical control, postemergence herbicides, graminicides, Glyphosate, conditioning factors

INTRODUCCIÓN

Los herbicidas constituyen herramientas importantes para el control de gramón cuando son utilizados como parte de un programa de manejo integrado. Un programa de manejo integrado im-

plica acciones coordinadas que permiten potenciar, por efecto de interacción, la efectividad de las medidas de control, con el fin de lograr una declinación sostenida en la densidad de determinada maleza o conjunto de las mismas (Fernández y Bedmar, 1992).

¹Cátedra de Terapéutica Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias UNMDP, C.C. 276, 7620 Balcarce.

A diferencia de otros métodos de control, los herbicidas se caracterizan por su rápida acción, permitiendo obtener en poco tiempo disminuciones significativas del crecimiento de una maleza. Por tal razón, han sido adoptados masivamente.

Según el momento de aplicación, los herbicidas de postemergencia son los de mayor difusión para el control de gramón en Argentina (Cuadro N° 1).

Esta clase agrupa a gran cantidad de activos que se aplican al follaje de la maleza. Por su parte, los herbicidas de presembrado, entre los que se encuentran Butilato y EPTC, fueron hasta hace unos años los más utilizados para controlar gramón especialmente en el cultivo de maíz. En lo que respecta a herbicidas preemergentes, no existen hasta el momento alternativas, a excepción de Bromacil en

Cuadro N° 1. Herbicidas registrados para el control de gramón en Argentina

MOMENTO DE APLICACION	HERBICIDA	CULTIVO
Presembrado	Butilato + antídoto Butilato + antídoto + Atrazina EPTC azúcar, lino, papa, poroto, vid EPTC + antídoto	maíz, alfalfa, algodón, girasol maíz, caña de azúcar alfalfa, trébol blanco y rojo, caña de maíz, papa, caña de azúcar
Preemergencia	Bromacil	citrus
Postemergencia	Aminotriazol 2,2 Dicloropropiónico Glifosato Glifosato + Imazetapir ² Glufosinato de amonio Imazetapir + Imazapir ²	Caña de azúcar, frutales, áreas no cultivadas, vid áreas no cultivadas, vid, citrus, frutales áreas no cultivadas, soja RR, maíz RR soja RR áreas no cultivadas, frutales maíz IR
Postemergencia, graminíceas	Butroxiidim Cletodim A Cletodim B Clodinafop-Propargil Fenoxaprop P etil 11 Fluazifop P butil Haloxifop metil 6 y 24 Haloxifop metil 7.5 Haloxifop R metil 3 Haloxifop R metil 10.4 y 12 Propaquizafop Quizalofop P etil 1.8 Quizalofop P tefuril Setoxidim	soja, girasol alfalfa, algodón, girasol, maní y soja girasol, soja soja algodón, girasol, soja, papa, maní, etc. algodón, girasol, soja, papa, maní, etc. girasol, maní, soja papa, etc. arroz girasol, soja girasol, soja algodón, girasol, soja, papa, maní, etc. girasol, maní, soja algodón, girasol, maní, papa, poroto, soja girasol, soja, etc.

Fuente. Guía de Productos Fitosanitarios (CASAFA) 1997 y 1998

² Control parcial

citrus, que puedan aplicarse en cultivos para el control de esta maleza.

Como se señaló, los herbicidas postemergentes poseen actualmente una importancia creciente en el mercado de control de gramón. Los principales herbicidas representantes de esta clase son los llamados "**graminicidas**" y **Glifosato** (Cuadro N° 1). **Glifosato**, debido a su falta de selectividad en cultivos, originalmente fue desarrollado para control de gramón en áreas no cultivadas y rastrojos. Sin embargo la introducción de plantas transgénicas que poseen tolerancia a **Glifosato** ha permitido su aplicación en un número creciente de cultivos entre los que se cuenta la soja y el maíz (RR). Por su parte, los graminicidas, que hasta hace unos años poseían la mayor parte del mercado de herbicidas postemergentes para el control de gramón, incluyen una amplia serie de activos (Cuadro N° 1) pertenecientes a los grupos químicos conocidos como Ariloxifenoxi y Ciclohexanodionas.

La efectividad de los herbicidas postemergentes está regida por una serie de factores que pueden provocar una sensible disminución de su acción. Es por tanto objetivo de este trabajo establecer y discutir los factores que pueden interferir con los

herbicidas aplicados para control de gramón. Se pretende realizar un aporte al conocimiento de los mismos que permita disminuir el grado de incertidumbre en el uso de los herbicidas, contribuyendo de esta manera a un manejo más racional de ésta maleza.

FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DE HERBICIDAS POSTEMERGENTES PARA EL CONTROL DE GRAMÓN

Los principales factores condicionantes de la acción de los herbicidas, pueden agruparse según se originen del clima y suelo, del herbicida y aplicación, del sistema de producción o cultivo, ó del gramón (Figura 1).

Factores del clima y suelo

Entre los principales factores climáticos que condicionan la efectividad de los herbicidas se encuentran la humedad relativa, la temperatura, la radiación y las lluvias posteriores a la aplicación. Por su parte, la humedad del suelo y el nivel de fertilidad representan los principales factores edáficos.

La **humedad relativa del aire (HR)** juega un

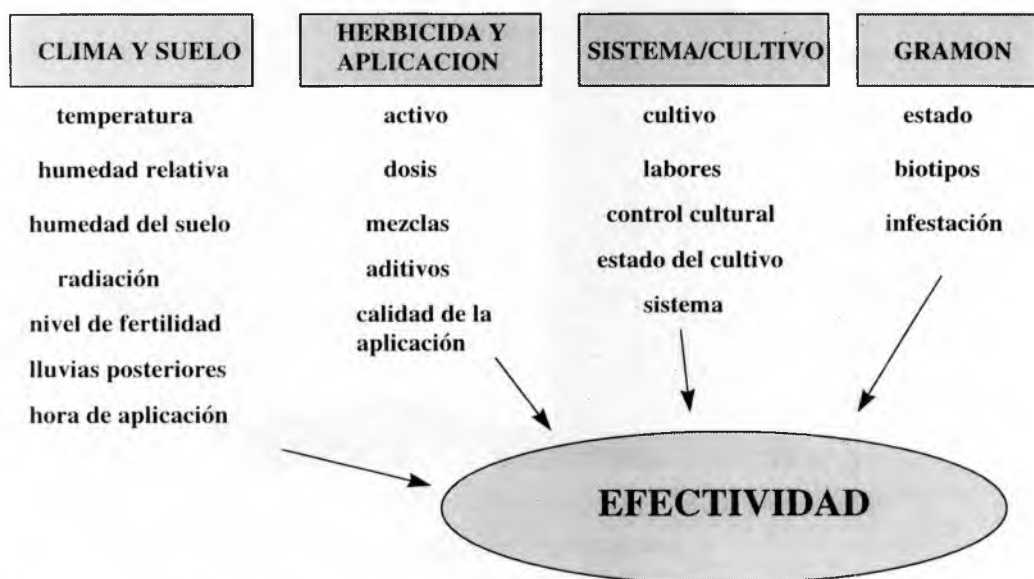


Figura 1. Factores que interfieren con la efectividad de herbicidas aplicados en postemergencia para el control de gramón.

papel importante en el desarrollo de la cutícula de las hojas, en su hidratación y en la transpiración. Una baja HR contribuye a desarrollar una mayor pubescencia y engrosar los depósitos de cera de la cutícula además de disminuir la tasa de transpiración. Por lo tanto, afecta la entrada y translocación de los herbicidas aplicados por vía foliar además de afectar la vida media de las gotas del pulverizado depositado sobre las hojas.

Dentro de ciertos límites fisiológicos, la absorción y la translocación de la mayoría de los herbicidas por las raíces y hojas se incrementa al aumentar la **temperatura**. A bajas temperaturas disminuye la absorción debido a que se incrementa la viscosidad del agua y disminuye la permeabilidad de los geles coloidales de las paredes celulares. En tal sentido, Kells *et al.* (1984) establecieron que Fluazifop butil tuvo mayor absorción y distribución en plantas de *Agropyron repens* que crecían a 30°C que a 20°C.

Jordan (1977) determinó el efecto de la HR y de la temperatura sobre la efectividad de Glifosato, medida a través del porcentaje de rebrote de

gramón cortado a las 24 horas de la aplicación de 0,56 kg de ingrediente activo (ia)/ha (Figura 2). Luego de mantener a las plantas de gramón durante 3 días antes de la aplicación y un día posterior a la misma a 40 ó 100% de humedad y a temperaturas de 22 ó 32°C, el autor observó que los menores rebrotes estuvieron asociados a aplicaciones realizadas a una humedad de 100% independientemente de la temperatura. En el mismo experimento, el autor determinó que tanto a 22°C como a 32°C la translocación del Glifosato marcado con carbono 14 fue de 5 a 6 veces superior a 100% que 40% de humedad relativa (Figura 3). Tal como estableció el autor, si bien se detectaron pequeñas diferencias de absorción y translocación a 32°C respecto de 22°C para una humedad dada, la mayor influencia ambiental estuvo dada por la HR.

En otro trabajo, Wills (1984) observó que plantas de gramón tratadas con Setoxidim fueron mejor controladas y tuvieron menor rebrote cuando luego de la aplicación permanecieron a 35°C y 100% de HR. La absorción de herbicida fue mayor (70%) a 35°C y 100% de HR, moderada (56%) a 35°C y

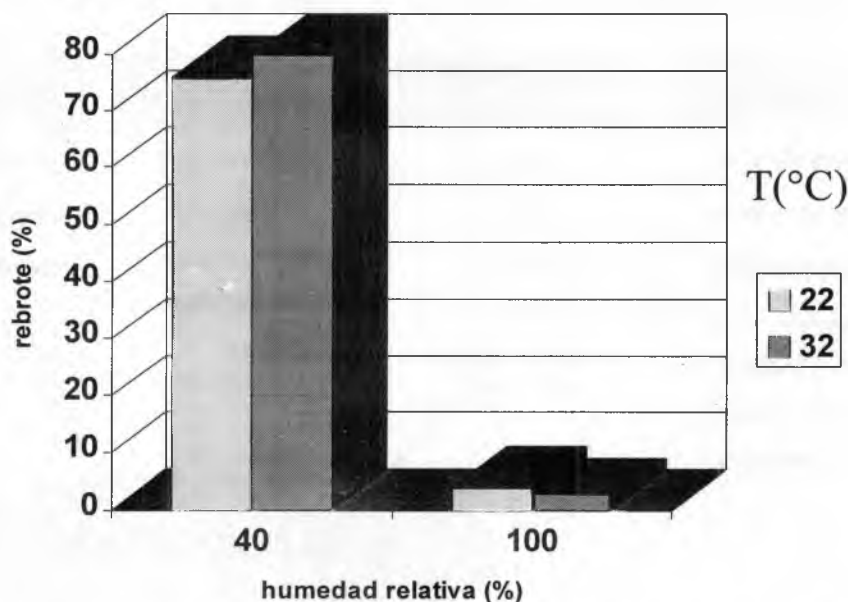


Figura 2. Efecto de la humedad relativa y la temperatura sobre la susceptibilidad de gramón a Glifosato (adaptado de Jordan, 1977)

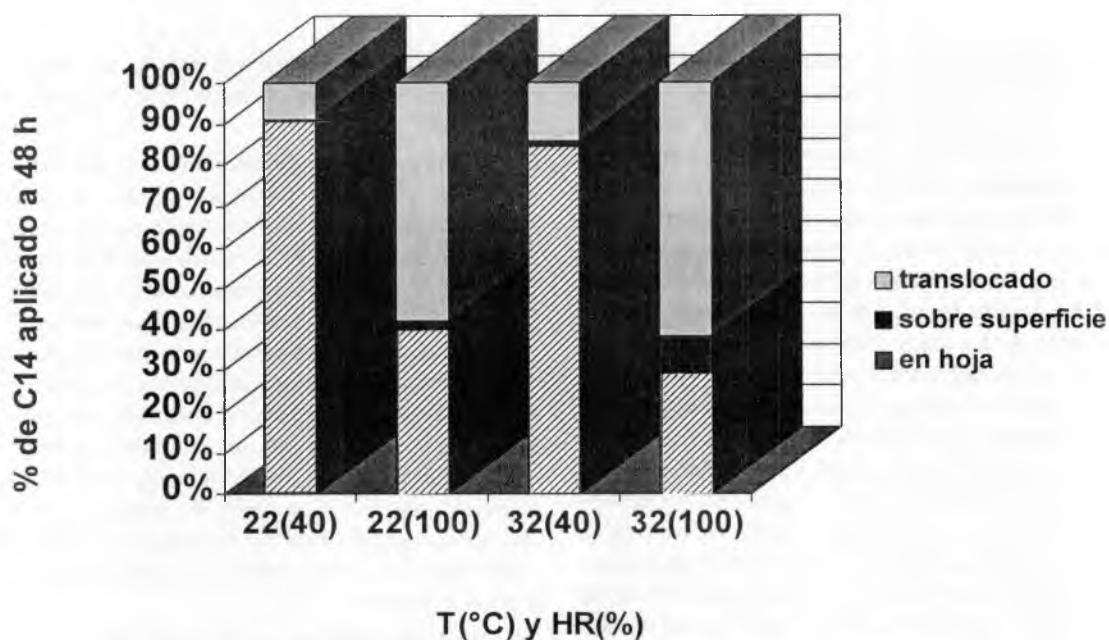


Figura 3. Efecto de la humedad relativa (HR) y la temperatura sobre la absorción y translocación de Glifosato en gramón (adaptado de Jordan, 1977).

40% de HR y menor (33 a 43%) a 18°C y 40 a 100% de HR. A 35°C la translocación fue aproximadamente 4 veces superior a 100% de HR y 2 veces mayor a 40% de HR que a 18°C y a ambas HR.

El momento de aplicación en el día tiene estrecha relación con la humedad relativa y la temperatura del aire. Cuando se aplica en horas de alta insolación y temperatura, por lo general cerca del mediodía, se ve disminuida la vida media de las gotas del pulverizado, así como la absorción y translocación del herbicida.

Whitwell *et al.* (1980) determinaron que la absorción y translocación de Glifosato fue menor a 35% de humedad relativa tanto a 22 como a 31°C comparado con 80% de humedad relativa. Los mismos autores observaron también que la absorción de Glifosato disminuyó cuando las plantas de gramón permanecieron en la oscuridad luego del tratamiento. Al respecto puede establecerse que aplicaciones a campo realizadas sobre plantas sometidas a sombreo por parte del cultivo o cubiertas por rastrojo, podrían interferir por un lado interceptando parte del pulverizado y por otro lado disminuyendo el nivel de radiación interceptada

por el gramón y de esta forma la tasa de absorción del herbicida. Otros autores (Kells *et al.*, 1984) encontraron que la translocación de Fluazifop butil fue reducida cuando se aplicó sobre plantas de *Agropyron repens* bajo sombreo.

Las aplicaciones de Glifosato y graminicidas realizadas sobre plantas creciendo bajo diferentes situaciones de humedad, temperatura y radiación pueden entonces generar diferentes respuestas de control como resultado de diferentes tasas de absorción y translocación de los herbicidas. Aplicaciones realizadas con humedad, temperatura y radiación favorables incrementan la translocación lo cual ayudaría a mejorar los controles de gramón.

La efectividad de la mayoría de los herbicidas de aplicación foliar se reduce si se producen **lluvias posteriores** cercanas a la aplicación de los mismos. En general no se recomienda realizar aplicaciones ante la inminencia de precipitaciones. De todos modos, se puede establecer que lluvias posteriores a las tres horas desde la aplicación en general no afectan la eficiencia de estos herbicidas (Bryson, 1987).

En lo referente a factores edáficos, Whitwell y

Santelmann (1977) determinaron que aplicaciones de Glifosato realizadas sobre plantas que crecieron con bajos niveles de nitrógeno del suelo obtuvieron bajos controles de la porción aérea. La **humedad del suelo** tiene un efecto directo sobre el metabolismo de las plantas por lo que ante un período prolongado de estrés hídrico se reduce la translocación de fotoasimilatos y la transpiración, incrementándose el grosor y la densidad de la capa cerosa y la pubescencia de las hojas. Por tal motivo, aplicaciones realizadas bajo esta condición ven reducida su efectividad al disminuir la absorción y translocación de los herbicidas. Por el contrario, bajo condiciones de buena disponibilidad de humedad, las plantas se encuentran en activo crecimiento permitiendo de esta manera una rápida absorción y translocación. Kells *et al.* (1984) observaron que Fluazifop butil alcanzó mayores controles de *Agropyron repens* cuando se aplicó sobre plantas mantenidas bajo adecuada humedad (capacidad de campo) en comparación con aquellas que sufrían estrés hídrico. Withwell y Santelmann (1978) determinaron que aplicando Glifosato en gramón que permaneció bajo estrés hídrico durante 15 días antes de la aplicación o durante el momento de la misma se obtuvo un control pobre y elevado rebrote de la maleza, lo cual fue atribuido a una menor absorción y translocación del herbicida. Sin embargo, cuando el estrés hídrico se produjo durante los 15 días posteriores a la aplicación, se obtuvieron controles similares que sobre el gramón creciendo sin humedad limitante. Por tanto, aplicaciones realizadas sobre plantas que crecen bajo estrés presentarían mayores dificultades de control que aquellas que comienzan una etapa de estrés posterior a la aplicación de Glifosato.

Factores del herbicida y la aplicación

El control de gramón puede variar con el **herbicida** considerado. Hicks y Jordan, (1984) a través de sus estudios, establecieron que existieron diferencias en la toxicidad, y las tasas de penetración y translocación en gramón entre Fluazifop butil, Setoxidim y Haloxifop metil. Asimismo, determinaron que los herbicidas obtuvieron un control superior al ser aplicados en dos veces a la mitad de la dosis en comparación con una sola

aplicación a dosis completa. Similares resultados obtuvieron otros autores (Harker, 1995; Johnson y Frans, 1991).

Si bien pueden existir distintos comportamientos de los herbicidas, también es cierto que esta idea está íntimamente relacionada con la dosis que se aplique. Bedmar (1997) determinó que Cletodim y Fluazifop butil manifestaron un control de gramón menos consistente bajo diferentes situaciones ambientales especialmente cuando se los aplicó a dosis bajas de marbete en comparación con Quisalofop p etil, Quisalofop ptefuril, Haloxifop metil, Fenoxaprop y Propaquizafop. El mismo autor encontró para soja y girasol que en general los herbicidas graminicidas evaluados alcanzaron en promedio menores controles a dosis bajas de marbete en comparación con la dosis máxima, variando la diferencia según el cultivo y el herbicida.

El uso de **aditivos** (aceites minerales o tensioactivos) mejora la efectividad de los herbicidas, lo cual adquiere fundamental importancia cuando se aplican bajo condiciones de deficiencia de algún factor ambiental o en dosis bajas (Dawson, 1983b). Esto es debido a que incrementan la absorción de los herbicidas a través de las hojas. En el caso de los aceites este efecto se logra porque mejoran la compatibilidad con la fase lipofílica de la cutícula (ceras, cutina), que es la primera barrera al pasaje de sustancias en la hoja, mientras que los tensioactivos reducen la tensión superficial de las gotas del caldo pulverizado aumentando el área cubierta por cada una.

Para el caso de Glifosato, además del uso de tensioactivos es importante el volumen de aplicación. Jordan (1981) estudió el efecto del agregado de tensioactivo y del volumen de diluyente (47, 94, 187 y 374 l/ha) observando que el tensioactivo mejoró la fitotoxicidad de Glifosato, mientras que ésta disminuyó con el aumento del volumen de aplicación, especialmente por encima de 94 litros/ha. El autor postuló que cuando un herbicida se formula con un tensioactivo éste se utiliza a una concentración constante, por lo que al incrementar el volumen de aplicación para una misma dosis de Glifosato se produce una disminución tanto de la concentración de tensioactivo como del herbicida en las gotas del pulverizado. Otra posibilidad que

remarca el autor es que para disminuir los volúmenes de aplicación se utilizaron pastillas de orificio pequeño las cuales produjeron un mayor porcentaje de gotas pequeñas que cuando se aplicaron mayores volúmenes con pastillas de orificio mayor. Las gotas más chicas permiten una mayor tasa de difusión del herbicida en la hoja lo cual las convierte en más fitotóxicas.

Las **mezclas** entre plaguicidas constituyen una práctica común, que se realiza con el objetivo de disminuir los costos de aplicación. En general no se cuenta con información suficiente sobre las posibles combinaciones a realizar para cada herbicida, si bien se conoce que no se deberían mezclar con sustancias de reacción alcalina. En lo que respecta a mezclas de graminicidas con herbicidas para el control de malezas de hoja ancha, no se cuenta con información en gramón. Estudios realizados para el control de sorgo de Alepo en soja (Vidrine, 1989; Vidrine *et al.*, 1995), determinaron que Imazaquin y Clorimuron fueron los herbicidas más antagonistas hacia la actividad de los graminicidas. En el caso de éstos últimos, los herbicidas menos afectados fueron Haloxifop, Quizalofop P etil y Quizalofop P tefuril. Las implicancias prácticas de estos resultados determinan que las mezclas de herbicidas graminicidas y de hoja ancha pueden producir un control pobre de gramíneas, por lo que debe recabarse información antes de aplicar alguna combinación. Una alternativa ya reportada para no afectar el control de gramíneas (Minton *et al.*, 1989) es la aplicación de los herbicidas para control de hoja ancha al menos 24 horas después de los graminicidas.

En lo referente a Glifosato, debido a que su actividad en el suelo es casi nula, suelen efectuarse combinaciones con herbicidas que poseen persistencia en el mismo. Trabajos realizados con Simazina y Atrazina (Appleby y Somabhi, 1978) indicaron que existió un efecto antagónico entre las formulaciones polvo mojable de esos herbicidas con la actividad fitotóxica de Glifosato debido a enlaces físicos entre los componentes dentro del caldo de aplicación. Los autores explicaron que el efecto antagónico fue mayor con dosis bajas de Glifosato, pudiendo ser superado al aumentar la dosis de este herbicida. Existen evidencias de que la actividad de

Glifosato puede ser reducida también con mezclas con otros herbicidas ya sea con formulaciones de polvo mojable, concentrado emulsionable y soluciones concentradas en agua (Baird *et al.*, 1971, citado por Stahlman y Phillips, 1979b; Stahlman y Phillips, 1979b). Sin embargo, Stahlman y Phillips (1979b) determinaron que la formulación líquida de Atrazina produjo mayor antagonismo que la de polvo mojable. Los autores explicaron que los inertes de las formulaciones fueron los responsables primarios del efecto encontrado. Una recomendación de la WSSA (1994) establece que las mezclas de Glifosato con herbicidas residuales tales como Ureas y Triazinas o con herbicidas de postemergencia como Paraquat, Dalapon, MSMA, Fenóxidos, u otros herbicidas de tipo auxínico, pueden reducir la eficacia de Glifosato.

Cuando se habla de los factores que afectan la efectividad de herbicidas, pocas veces se pone el énfasis en la **calidad de la aplicación**. Para realizar una aplicación correcta de un plaguicida, la pulverizadora debe estar en buenas condiciones de funcionamiento a fin de distribuir homogéneamente el caldo de aplicación. Además, la velocidad, el tipo de pastillas y la presión de trabajo deben ser las adecuadas para cada situación. Es importante, más que el volumen de aplicación, tener en cuenta el número de gotas impactadas por unidad de superficie. En general se acepta para herbicidas sistémicos postemergentes, que con 20 a 30 gotas/cm² se logran buenos resultados de distribución y absorción en las plantas.

Un aspecto importante relacionado con Glifosato lo constituye el tipo de agua utilizada para su aplicación. Se conoce que la presencia en el agua de cationes como hierro, aluminio, calcio, zinc y magnesio puede causar una disminución en la fitotoxicidad de Glifosato (Stahlman y Phillips, 1979a), mientras que los aniones prácticamente no tienen efecto. El empleo de aguas duras (con alto contenido de cationes cálcico, magnésico y ferroso) afecta sustancialmente la actividad de Glifosato como fue demostrado para calcio por diversos autores (Sandberg *et al.*, 1978; Stahlman y Phillips, 1979a). Asimismo, aplicaciones con aguas sucias (con presencia de arcillas o materia orgánica) también pueden reducir la actividad de Glifosato (Rieck *et al.*, 1974).

Factores del sistema de producción y del cultivo

Resultados obtenidos por Bedmar (1997) en un estudio de evaluación de graminicidas para el control de gramón en girasol, soja y papa, evidenciaron que los cultivos de papa no fueron un buen complemento del control químico debido a que su ciclo no fue suficientemente largo, especialmente en su último tercio, como para producir un sombreo eficiente sobre el gramón. Además, el riego y la elevada fertilización que utilizada en esos cultivos creó un ambiente propicio para el crecimiento de ésta maleza. Asimismo, el gran número de labores que se realizan para preparar la cama de siembra produce un elevado fraccionamiento de los estolones y rizomas y una localización más profunda de los mismos, lo cual causa una demora de la emergencia y por ende una menor efectividad de los herbicidas cuando se aplican en un sólo momento. Por tal motivo, la aplicación de una dosis dividida o secuencial podría mejorar el control respecto de una sola aplicación, tal como fue demostrado por diversos autores (Daniell, 1982; Harker, 1995; Hicks y Jordan, 1984; Grichar, 1995). Por el contrario, el girasol y la soja representaron

comparativamente una mejor alternativa para impedir la captura de luz por el gramón y por lo tanto, permitirían ofrecer un mejor complemento al control químico cuando no existen factores limitantes para el crecimiento.

El éxito del control químico en gramón está asociado en gran parte a un buen trozado previo de los rizomas y estolones. Se ha demostrado experimentalmente que la fragmentación de un rizoma en segmentos más cortos incrementa la proporción de yemas activadas (Moreira, 1980; Kigel y Koller, 1985; Fernández y Bedmar, 1992). Por tanto, cuanto más cortos y superficiales sean los fragmentos, más activa será su brotación posterior y más efectiva será la translocación del herbicida, existiendo asimismo, más puntos de control. Por tanto las labores de trozado, realizadas como parte de las labores de preparación de la cama de siembra de los cultivos, resultan de fundamental importancia. Por tal razón, el control de gramón en los sistemas de producción en siembra directa no constituye un ambiente ideal para la aplicación de herbicidas postemergentes sistémicos, debido a la imposibilidad de realizar el trozado de estolones y rizomas.

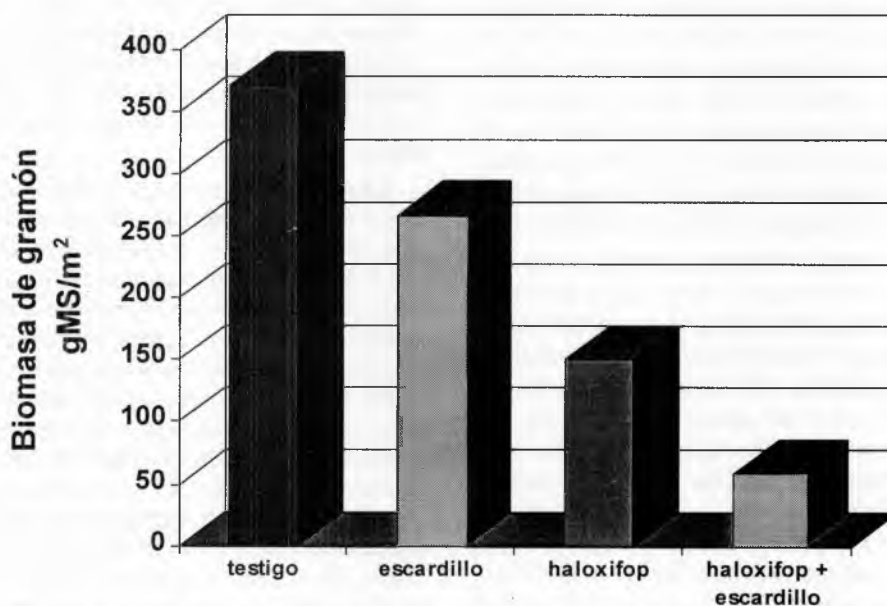


Figura 4. Control de gramón con Haloxifop con o sin escardillo post-aplicación. Datos expresados en biomasa de materia seca viva de gramón por metro cuadrado.

En el caso de escardilladas previas a la aplicación de los herbicidas graminicidas, convendría no realizarlas a fin de no interrumpir el normal desarrollo del gramón y de esa manera evitar dilataciones o esperas hasta que la maleza alcance el momento ideal de aplicación. Por su parte las escardilladas posteriores deberían realizarse luego de transcurridos aproximadamente 3 a 7 días desde la aplicación, dependiendo del herbicida (Casafe, 1997), a fin de promover una mejor absorción y translocación en el sistema vegetativo interconectado del gramón. Según resultados obtenidos en girasol (Bedmar *et al.*, 1992), la aplicación de Haloxifop en combinación con una escardillada posterior permitió reducir la biomasa de gramón en aproximadamente un 25% más respecto de Haloxifop aplicado solo (Figura 4). Los autores atribuyen dicho incremento además de la acción mecánica, a una redistribución del herbicida presente en zonas de acumulación no activas al momento de la aplicación, al producirse la reactivación del crecimiento de los mismos por la acción del corte.

El estado del cultivo puede constituir un impedimento importante para la llegada del pulverizado al gramón especialmente en aquellas aplicaciones realizadas con avanzado crecimiento de las

plantas del cultivo. Esta situación está relacionada además a un mayor sombreo lo cual provocará menor llegada de luz al gramón interfiriendo con la absorción del herbicida tal como fue comentado anteriormente.

Factores asociados al gramón

Los herbicidas no son igualmente efectivos en todos los estados de desarrollo del gramón. Existen momentos en los cuales, para una dosis determinada, el herbicida ve favorecida su acción. Según el enfoque clásico, e independientemente del estado del cultivo, el momento recomendado para aplicar herbicidas graminicidas estaría asociado con una longitud promedio de estolones de 10-15 cm (Fernández y Bedmar, 1992). Existen evidencias de que aplicaciones realizadas con longitudes superiores dificultarían la translocación de estos herbicidas. Grichar y Boswell (1989) evaluaron el control de algunos graminicidas aplicados con un estado del gramón 7,5 cm de altura y 15 cm de longitud de estolones ó con 15 cm de altura y 30 cm de longitud de estolones, encontrando que en general, las aplicaciones tempranas fueron más efectivas que las realizadas con gramón más desarrollado (Figura 5).

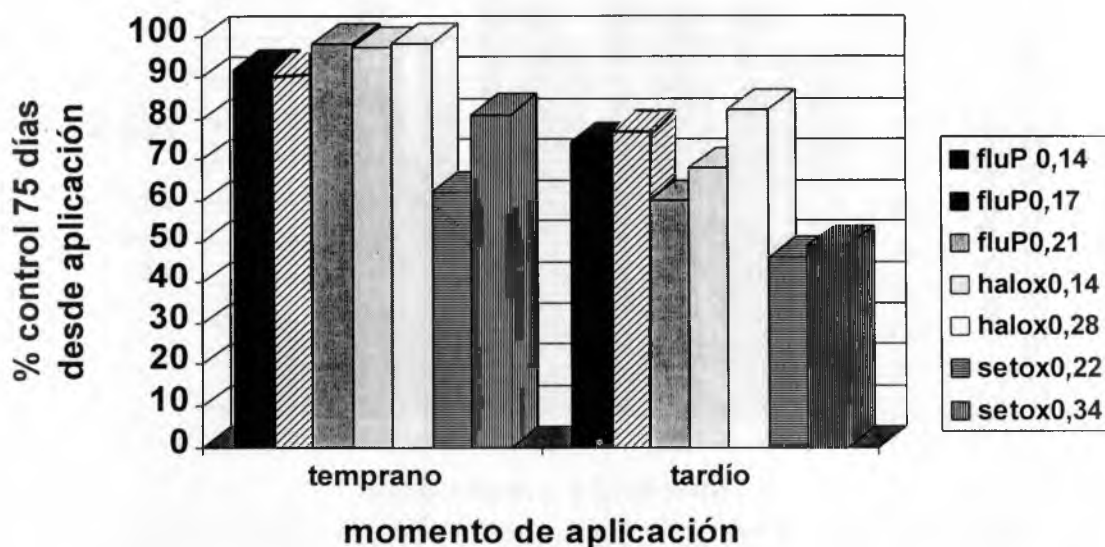
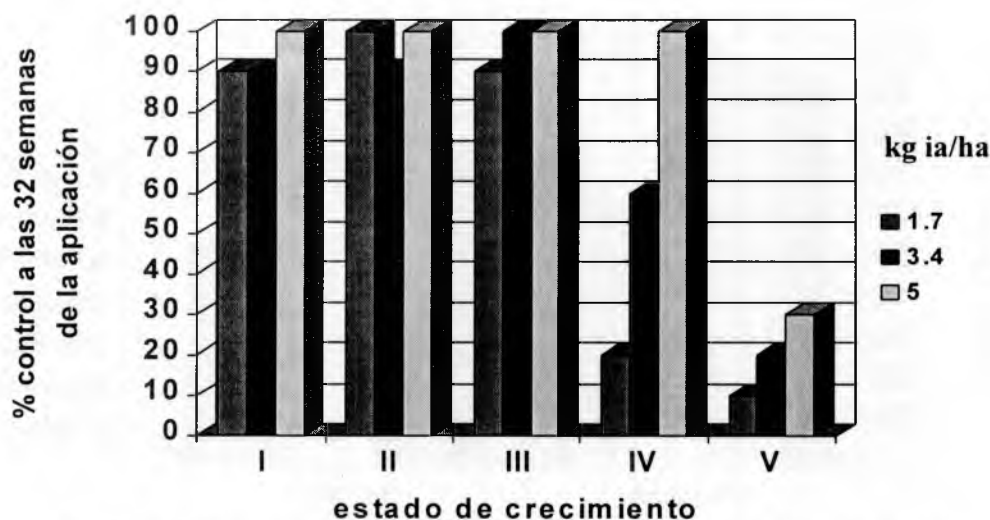


Figura 5. Momento de aplicación de graminicidas (Adaptado de Grichar y Boswell, 1989). Referencias: fluP = Fluzafop P butil; halox = Haloxifop metil; setox = Setoxidim. Todas las dosis están expresadas en kg de i.a./ha.

Si bien la longitud de estolones es un predictor apropiado de la relación Biomasa aérea/ Biomasa subterránea en estadíos tempranos de crecimiento del gramón, Fernández (1991) puntualiza que el valor de las predicciones de tal relación basadas en la longitud del estolón son dependientes del grado y uniformidad de la fragmentación de rizomas y estolones y su distribución en el perfil del suelo (Leguizamón, 1997). Satorre *et al.* (1995) propusieron un modelo predictivo que tiene en cuenta no solo la dinámica de la biomasa aérea sino también la tasa de crecimiento longitudinal de estolones en función de Unidades Térmicas Acumuladas (Σ (temperatura media diaria del aire - 8°C). Según estas consideraciones, existiría un momento óptimo para la aplicación de los herbicidas llamado **"período crítico" para la supervivencia del gramón**. Este período se caracteriza por poseer la máxima relación biomasa aérea/ subterránea, baja relación rizomas nuevos/viejos y por ende la concentración de herbicida por unidad de biomasa de rizoma es máxima (Satorre, 1998). Según los estudios, el momento óptimo de control estaría comprendido en gramón entre las 220 y 270 Unidades Térmicas Acumuladas.

Para el caso de Glifosato, el concepto tradicional establece que aplicaciones tempranas son poco efectivas debido a que la superficie foliar es escasa ya que todavía no se ha completado la brotación de las yemas subterráneas. Asimismo, aplicaciones sobre poblaciones fisiológicamente envejecidas poseen baja efectividad debido a la menor translocación que se verifica en las plantas (Whitwell y Santelmann, 1978; Dawson, 1983a). En general el momento de aplicación actualmente recomendado para Glifosato es similar al de los graminicidas, estableciéndose longitudes de estolones de 10 a 15 cm como adecuadas (Casafe, 1997). Sin embargo, avalando las consideraciones anteriores, Whitwell y Santelmann (1978) determinaron que aplicaciones de Glifosato realizadas sobre plantas en avanzado estado de crecimiento ó florecidas alcanzaron mayores controles que aplicaciones sobre plantas sin florecer y en estadíos tempranos de crecimiento (Figura 6).

Hasta el presente no se cuenta con evidencias experimentales que hagan confiable esta recomendación o que establezcan claras diferencias de momentos de aplicación entre graminicidas y Glifosato. Esto cobra singular importancia si tenemos en cuenta que con el advenimiento de los cultivos transgénicos,



Referencias: I = 38-51 cm altura y completamente florecido; II = 23-31 cm altura y sin florecer; III = 15-23 cm altura y completamente florecido; IV = 13-18 cm altura y sin florecer; V = 6-8 cm altura y sin florecer.

Figura 6. Efecto del estado de crecimiento del gramón sobre la susceptibilidad a Glifosato (Adaptado de Whitwell y Santelmann, 1978).

Glifosato se aplicará sobre gramón en estadíos más tempranos que los recomendados tradicionalmente. Resultados preliminares obtenidos sobre maíz RR han manifestado buenos comportamientos de Glifosato sobre gramón aplicado en estados vegetativos tempranos (Bedmar, datos no publicados).

Es de destacar que la presencia de biotipos de gramón puede generar en ciertos casos respuestas diferentes a herbicidas. Tales situaciones han sido reportadas por diferentes autores (Brown *et al.*, 1987; Bryson y Wills, 1985; Rochecouste, 1962). Tal como ha sido documentado, se presentan interacciones biotipo X herbicida, siendo en general éstas más frecuentes cuando se aplican dosis bajas de cada herbicida (Brown *et al.*, 1987). Asimismo, la variación de los parámetros ambientales de año a año puede determinar diferencias en el grado de control, situación que es dable esperarse a lo largo de regiones geográficas amplias.

Por último, el nivel de infestación de gramón puede condicionar la eficiencia de control de un herbicida. En efecto, Bedmar (1997) determinó que la efectividad de herbicidas graminicidas fue inferior en aquellos experimentos en los que se presentó una alta infestación de gramón, obteniéndose en tales

casos los menores controles y las mayores biomásas vegetativas de gramón a cosecha de los cultivos. Sin embargo cuando la infestación fue de leve a moderada, el control mejoró. Asimismo, aplicaciones de Glifosato realizadas sobre el rastrojo de trigo tuvieron muy pobre control de gramón cuando se efectuaron sobre infestaciones altas provenientes de antecesores con malos controles en un girasol anterior (Bedmar *et al.*, 1992).

En la presente revisión se expusieron brevemente los principales factores que condicionan la efectividad sobre gramón de herbicidas postemergentes, con énfasis en los graminicidas y Glifosato. Todos los factores descriptos en mayor o medida influyen en la actividad de los herbicidas sobre gramón. En general puede establecerse que estas variables condicionan la absorción, translocación y distribución de los herbicidas en el gramón. Asimismo, debido a que los factores pueden interactuar entre sí, surge la necesidad de estudios que combinen sus efectos. Es de destacar también la falta de información local en algunos aspectos relevantes, particularmente relacionados al clima y suelo, al gramón y al efecto de los sistemas de producción, que permitirían mejorar la efectividad del control químico.

BIBLIOGRAFIA

- APPLEBY, A.P. and M. SOMABHI. 1978. Antagonistic effect of atrazine and simazine on glyphosate activity. *Weed Science*, 26 :135-139.
- BEDMAR, F. 1997. Bermudagrass control (*Cynodon dactylon*) in sunflower, soybean and potato with postemergence graminicides. *Weed Technology*, 11 :683-688.
- BEDMAR, F., O.N. FERNÁNDEZ., D. INTASCHI. 1992. Resultados de los tratamientos realizados en el lote experimental ubicado en el Partido de San Cayetano. Campaña 1992/92. Informe de actividades. Plan de Trabajo: Manejo Integrado de gramón, EEA INTA Balcarce.
- BROWN, S. M., J. M. CHANDLER, and D. C. BRIDGES. 1987. Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and Johnsongrass (*Sorghum halepense*) ecotype response to herbicides. *Weed Technol.* 1:221-225.
- BRYSON, C. T. 1987. Effects of rainfall on foliar herbicides applied to rhizome Johnsongrass. *Weed Science*, 35 :115-119.
- BRYSON, C. T. and G. D. WILLS. 1985. Susceptibility of bermudagrass (*Cynodon dactylon*) biotypes to several herbicides. *Weed Sci.* 33:848-852.
- CASAFE. 1997. Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina. 1368p.
- CASAFE. 1998. Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina, suplemento de actualización 1998. 93p.
- DANIELL, J. W. 1982. Effect of PP009, BAS-9052, MR-18337, and glyphosate (Roundup) on grass control in peaches. *Proc.South. Weed Sci. Soc.* 35:137.
- DAWSON, J.H. 1983a. Control de *Cynodon dactylon*. Panel de expertos en ecología y control de malezas perennes. Santiago, Chile. Tomo 1 :57-67.
- DAWSON, J.H. 1983b. Nuevos herbicidas para control de gramináceas perennes. Panel de expertos en ecología y control de malezas perennes. Santiago, Chile. Tomo 2 :177-187.

- **FERNÁNDEZ, O. N. y F. BEDMAR.** 1992. Fundamentos para el manejo del gramón (*Cynodon dactylon*). Est. Exp. Agrop. Balc. Boletín Técnico 105. 26 p.
- **FERNÁNDEZ, O.N.** 1991. Brotación y crecimiento temprano de gramón (*Cynodon dactylon*). I. Correlaciones estructurales y valor predictivo de la longitud de estolones. XII Reunión Argentina sobre la maleza y su control, 9-11/10/91, Mar del Plata, Libro de Resúmenes 1.6.
- **GRICHAR, W. J. and T. E. BOSWELL.** 1989. Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) control with postemergence herbicides in peanut (*Arachis hypogaea*). *Weed Technol.* 3:267-271.
- **GRICHAR, W.J.** 1995. Comparison of postemergence herbicides for common bermudagrass (*Cynodon dactylon*) control in peanut (*Arachis hypogaea*). *Weed Technol.* 9:825-828.
- **HARKER, K.N.** 1995. Short-term split application of grass-specific herbicides on quackgrass (*Elytrigia repens*) under field conditions. *Weed Technol.* 9:710-715.
- **HICKS, C. P. and T. N. JORDAN.** 1984. Response of bermudagrass (*Cynodon dactylon*), quackgrass (*Agropyron repens*), and wirestem muhly (*Muhlenbergia frondosa*) to postemergence grass herbicides. *Weed Sci.* 32:835-841.
- **JOHNSON, W.G. AND R.E. FRANS.** 1991. Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in soybean (*Glycine max*) with postemergence herbicides. *Weed Technology*, 5 :87-91.
- **JORDAN, T.N.** 1977. Effects of temperature and relative humidity on the toxicity of glyphosate to bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Weed Science*, 25 :448-451.
- **JORDAN, T.N.** 1981. Effects of diluent volumes and surfactant on the phytotoxicity of glyphosate to bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Weed Science*, 29 :79-83.
- **KELLS, J.J., W.F. MEGGITT, and D. PENNER.** 1984. Absorption, translocation, and activity of fluazifop-butyl as influenced by plant growth stage and environment. *Weed Sci.* 32: 143-149.
- **KIGEL, J. and KOLLER, D.** 1985. Asexual reproduction of weed. In : *Weed Physiology*, Vol. 1, Cap. 3 (S.O. Duke de.). CRC Press, Florida.
- **LEGUIZAMÓN, E.S.** 1997. Bioecología de malezas perennes. Funciones de pérdida. Est. Exp. Agrop. Gral. Villegas : Biología y manejo de gramón (*Cynodon dactylon*) en el N.O. de la Pcia de Buenos Aires, 17p.
- **MINTON, B.W., M.E. KURTZ and D.R. SHAW.** 1989. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control with grass and broadleaf weed herbicide combinations. *Weed Science*, 37:223-227.
- **MOREIRA, I.** 1980. Dominancia apical nos rizomas de *Cynodon dactylon* (L.) Pers., e de *Panicum repens* (L.). Efeito de gravidade, temperatura e nutrição azotada. *Anais Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa*, 39:107.
- **RIECK, C.E., T.H. WRIGHT, and T.R. HARGER.** 1974. Fate of glyphosate in soil. Abstr. *Weed Sci. Soc. Am.* pp.119-120.
- **SANDBERG, C.L., W.F. MEGGITT and D. PENNER.** 1978. Effect of diluent volume and calcium on glyphosate phytotoxicity. *Weed Science*, 26 :476-479.
- **SATORRE, E.H.** 1998. Comportamiento y control de gramón en cultivos extensivos. Resúmenes Seminario-Taller : Bioecología, Manejo y Control de gramón *Cynodon dactylon* L. Pers., p6. Buenos Aires, 16 nov. 1998.
- **SATORRE, E.H. y S. ARIAS.** 1995. Brotación y emergencia de vástagos de gramón (*Cynodon dactylon*). Un modelo de predicción de la emergencia de vástagos a campo. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Malezas, 21-23/3/95, Montevideo, Uruguay. *Libro de Resúmenes* 012, p30.
- **STAHLMAN, P.W. and PHILLIPS, W.M.** 1979a. Effects of water quality and spray volume on glyphosate phytotoxicity. *Weed Science*, 27 :38-41.
- **STAHLMAN, P.W. and PHILLIPS, W.M.** 1979b. Inhibition of glyphosate phytotoxicity. *Weed Science*, 27 :575-577.
- **VIDRINE, P.R.** 1989. Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in soybeans (*Glycine max*) with postemergence herbicides. *Weed Technology*, 3 :455-458.
- **VIDRINE, P.R., REYNOLDS, D.B. and D.C. BLOUIN.** 1995. Grass control in soybean (*Glycine max*) with graminicides applied alone and in mixtures. *Weed Technology*, 9 :68-72.
- **WHITWELL, T., and P.W. SANTELMANN.** 1978. Influence of growth stage and soil conditions on bermudagrass susceptibility to glyphosate. *Agronomy Journal*, 70:653-656.
- **WILLS, G. D.** 1984. Toxicity and translocation of sethoxydim in bermudagrass (*Cynodon dactylon*) as affected by environment. *Weed Sci.* 32:20-24
- **WITHWELL, T., P. BANKS, E. BASLER, and P.W. SANTELMANN.** 1980. Glyphosate absorption and translocation in bermudagrass (*Cynodon dactylon*) and activity in horsenettle (*Solanum carolinense*). *Weed Science*, 28 :93-96.
- **WSSA 1994.** WSSA. 1994. Herbicide Handbook. Weed Science Society of America, Seventh Edition-1994, 352p.